

AT1_AR_VALO QUIJADA_M_TERE.DOC

LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA: LA DIFICULTAD EN LA ELECCIÓN DE UN MODELO DE PREVISIÓN

M^a Teresa Arévalo Quijada. Departamento Economía Aplicada III. arevalo@us.es

Ester Gutiérrez Moya. Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas. egm@esi.us.es

Universidad de Sevilla.

Resumen

La dificultad de la elección de un único modelo econométrico se pone de manifiesto cuando los criterios de información analizados no conducen de forma unánime a las mismas conclusiones. En estos casos es la opinión del investigador, conocedor del citado fenómeno, la que determina la decisión final. En las circunstancias anteriores se agrega incertidumbre al proceso de modelización y predicción.

El trabajo presentado especifica y analiza modelos econométricos que ayudan a explicar y predecir la demanda residencial anual de energía eléctrica en Andalucía a partir del consumo de la serie 1984-2002. El proceso de decisión de un modelo de previsión de demanda de energía eléctrica se realiza mediante la técnica de decisión multicriterio Promethee. Esta técnica establece un orden entre varios criterios o alternativas que pudieran estar en situación de conflicto ante distintos objetivos perseguidos.

Palabras Clave: Demanda de Energía, Modelos de previsión, Multicriterio

1. Introducción

En los últimos años la demanda de energía eléctrica ha experimentado un crecimiento importante en la mayoría de los países industrializados debido, principalmente, al creciente nivel de vida de la sociedad actual. En este sentido, las compañías eléctricas tienen la responsabilidad de asegurar que la generación de la electricidad satisfaga la demanda instantánea de sus usuarios, no incurriendo en problemas de suministro que deterioran la calidad del servicio.

El sistema eléctrico español presenta actualmente uno de los niveles de dependencia energética más elevados de Europa, lo que le hace sensible frente a las variaciones de diversos factores, sobre todo, de carácter económico-social. En España, uno de cada cuatro kilovatios generados es consumido en Andalucía, convirtiéndole en una de las principales Comunidades demandantes de servicio eléctrico.

En un contexto marcado por el antes y después de la liberalización del mercado eléctrico europeo, el sector residencial ha sido uno de los sectores que ha experimentado un mayor crecimiento, incrementándose el riesgo de sufrir las consecuencias de un servicio eléctrico de calidad deficiente. El objetivo que se intenta alcanzar en este estudio es la representación del perfil de la demanda residencial de energía eléctrica en el mercado de Andalucía. Este perfil se elaborará mediante el análisis y cuantificación, a través de modelos econométricos, de la evolución del consumo de energía eléctrica durante el periodo 1984-2001. Asimismo, se intentará resolver el problema de la elección de un modelo adecuado desde el punto de vista explicativo y predictivo mediante la técnica de decisión multicriterio Promethee.

2. La demanda de electricidad en los hogares andaluces

Durante los últimos años, la participación de la demanda residencial en la demanda total final se ha incrementado paulatinamente, superando a los otros dos grandes sectores consumidores de energía eléctrica; el sector industrial y sector servicios. Esta variación en la estructura de la demanda ha sido debida, entre otros factores, a la proliferación de las zonas urbanas y a la mejora del nivel de vida, requiriendo unas mayores necesidades

energéticas, en este sentido se han ampliado las redes de transporte de la energía, el uso de los aparatos de calefacción y de refrigeración. Esta conducta de la demanda residencial se ha traducido, durante el periodo 1984-2002, en un incremento de la tasa de variación, por término medio, del 4.17%.

Si se analiza el comportamiento del consumo promedio en los hogares y por habitante, tal como se muestra en la figura 1, a lo largo del periodo 1984-2002 se observa que, al igual que el consumo total, el consumo por hogar ha presentado una tendencia creciente en todo su recorrido, distinguiéndose dos años de importantes incrementos, como son el año 1991, y el año 1996. Distinguiéndose entre ambos, una etapa de consumo de niveles constantes, debida a un menor crecimiento del consumo de electricidad durante ese periodo. Por otra parte, el consumo individual, por habitante, se ha duplicado durante el periodo analizado, donde se ha pasado, por término medio, de consumir 0.5 MWh a 1 MWh al año. De esta forma, se podría afirmar que la conducta doméstica hacia el consumo eléctrico en Andalucía se ha caracterizado, principalmente, por la intensificación del uso de aparatos eléctricos en los hogares.

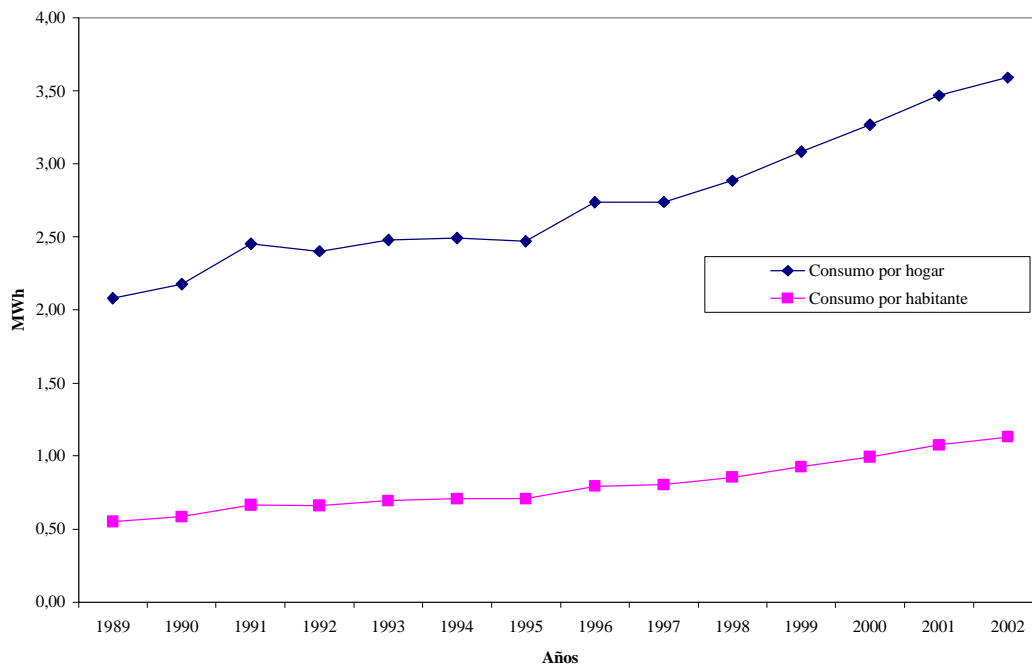


Figura 1. Evolución del consumo por hogar y por habitante.

Fuente. IEA. Elaboración propia.

3. Especificación de un modelo de demanda residencial de energía eléctrica en Andalucía

La metodología seguida en este trabajo esta basada en el modelo lineal general, a través de un enfoque uniecuacional. Para el sector residencial se ha analizado el grado de intensidad energética así como el efecto del precio de la energía eléctrica sobre el mismo, para ello se han considerado todos los precios de todas las energías de uso final en el ambiente doméstico, con el fin de analizar cuales son los productos más utilizados en el citado sector, y la influencia de los precios de cada uno en el comportamiento de la demanda. También se ha analizado la posible variación en el tiempo del consumo de energía eléctrica respecto al producto interior bruto debido a posibles cambios de las condiciones del mercado por fluctuaciones en los precios de la electricidad.

La modelización de la demanda de energía eléctrica permite la previsión de la demanda, siendo esta última una actividad esencial de los suministradores de energía eléctrica. Sin una adecuada representación de las necesidades futuras de generación eléctrica, los problemas de una capacidad insuficiente, pueden tener costes sorprendentemente elevados, tanto para las compañías eléctricas como para los usuarios finales

En primer lugar se analiza la influencia de los precios de las distintas fuentes de energía en la demanda se ha realizado en a través de distintos modelos, en los que se ha evaluado el poder del precio de la electricidad frente al resto de posibles energías de carácter sustitutivo.

Para ello se considerará en primer lugar cómo afecta el gas butano, como producto sustitutivo a la energía eléctrica, representado por su precio (PB), así como con el precio unitario por kilovatio (PE) hora suministrado.

Modelo 1: $Q_i = 5.40 + 0.61PB_i + 1.01PE_i + u_i$

$$(3.13) \quad (4.93)$$

$$\bar{R}^2 = 0.8412 \quad DW=0,5907 \quad CIA=-1,5876$$

De los resultados del modelo se deduce que el precio del gas butano y el precio de la electricidad son variables que afectan a la demanda residencial, siendo este último

factor el que mayor influencia ejerce sobre la misma. La elasticidad cruzada de la demanda respecto al precio del gas butano es positiva, manifestando el carácter sustitutivo del gas butano en la economía doméstica. Por otra parte, el precio de la electricidad respecto a la demanda se sitúa en la frontera de la elasticidad unitaria, reflejando el signo positivo del coeficiente de regresión el carácter de bien de primera necesidad. A pesar del elevado coeficiente de determinación corregido (\bar{R}^2) y de la alta significación estadística de la demanda, el contraste de Durban-Watson (DW) indica una alta probabilidad de que exista correlación serial entre los residuos

Otra de las energías más demandadas por el sector doméstico en Andalucía, sobretodo en las zonas urbanas, es el gas ciudad. Por ello, se analiza, la demanda en relación al precio del gas (PG) y precio de la electricidad.

Modelo 2: $Q_i = 4.86 + 0.48PG_i + 1.14PE_i + u_i$

(3.29) (3.13)

$\bar{R}^2 = 0.8478$ DW=0.6121 CIA=-1.6299

El modelo mejora sensiblemente desde el punto de vista explicativo. La elasticidad cruzada de la demanda respecto al precio del gas es inferior a la del precio del butano, por tanto el gas butano presenta un mayor poder sustitutivo que el gas, esta circunstancia puede ser debida a la mayor concentración en un entorno rural de los hogares en Andalucía, donde la introducción del gas natural como fuente alternativa es prácticamente inexistente. Los resultados obtenidos en los modelos 1 y 2 no son satisfactorios en cuanto a la correcta interpretación de la influencia del precio de la electricidad en la demanda. La difícil justificación con la teoría tal como se ha comentado anteriormente puede ser provocada por la existencia de correlación serial así como por en este último modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva.

Además también se ha considerado como afecta el nivel de actividad, representado mediante el PIB registrado en la Comunidad, a la demanda de electricidad a través del modelo 3:

Modelo 3: $Q_i = 2.69 + 0.44PE_i + 0.77PIB_i + u_i$

$$(3.13) \quad (4.93)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9758 \quad DW=1.4585 \quad CIA=-3.4685$$

Este modelo presenta una mejora sustancial desde el punto de vista del poder explicativo y se evidencia la influencia del nivel de actividad en la demanda de electricidad. El signo del precio de la electricidad parece consistente con lo que cabría esperar en teoría. Cabe destacar que la influencia del nivel de actividad es superior en relación al del precio de la electricidad. El diagnóstico del modelo parece mostrar posibles errores en la especificación del modelo por variables omitidas o no incluidas convenientemente. La búsqueda de un modelo que no manifieste estas salvedades nos ha llevado a la especificación del modelo 4 el cual presenta un proceso autorregresivo de orden uno, ya que se considera razonable que la demanda de un periodo este relacionada con la del periodo posterior.

$$\text{Modelo 4: } Q_i = 0.96 + 0.52Q_{i-1} + 0.31PIB_i + u_i$$

$$(2.42) \quad (2.27)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9794 \quad DW=2.46 \quad CIA=-3.729$$

Los resultados de la estimación son válidos desde el punto de vista de su especificación y proporcionan mayor importancia al componente autorregresivo de la demanda que al nivel de actividad, siendo este último muy inferior al del modelo 3.

La bondad de ajuste de un modelo se debe evaluar considerando tanto periodos históricos, tal como se ha tratado hasta ahora, así como periodos de predicción futuros. Es por ello por lo que un criterio pragmático de selección entre varios modelos consiste en evaluar la verdadera exactitud de las predicciones para periodos fuera de la muestra, de esta forma se han considerado como periodo expost los años 2002 y 2003. Los resultados de los estadísticos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios expost.

Criterio	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Error de predicción	0,1006	0.09851	0.02585	0.02986
PEMA ¹	0.007963	0.007746	0.003087	0.003192
DMA ²	0.06767	0.06559	0.02581	0.002716
CIB ³	0.1176	0.1152	0.03819	0.03963
RECM ⁴	0.0907	0.0888	0.03278	0.03396

(1) Porcentaje de error medio absoluto. (2) Desviación Media Absoluta. (3) Criterio de Información Bayesiano. (4) Raíz del Error Cuadrático Medio.

Fuente. IEA. Elaboración propia.

Se puede observar como el modelo 3 es el que mejores predicciones realiza de la demanda para los años 2002 y 2003, a pesar de no ser el modelo con mejor capacidad explicativa. Según el error de predicción, las predicciones del modelo 3 son un 74.30%, 0.7375% y 4.5% más precisas que las proporcionadas por el modelo 1, modelo 2 y modelo 4, respectivamente.

4. Elección de un modelo de predicción según la técnica de decisión Multicriterio Promethee

La elección de un modelo, que proporcione un adecuado grado de explicación y previsión de la demanda, se lleva a cabo a través de la comparación de dichos modelos según diversos criterios de información basados en el error de predicción. La comparación de entre los diferentes criterios no suele ser una cuestión fácil, por lo que la elección de un modelo atendiendo a un único criterio puede ser a veces de dudoso valor. Por todo lo anterior, es por lo que se propone en este trabajo la utilización de la técnica de decisión multicriterio Promethee, la cual permite establecer un orden entre varios modelos cuando un conjunto de alternativa se desean alcanzar. Este método recoge en una matriz la distintas alternativas posibles y los valores de los objetivos de cada alternativa según cada uno de los criterios, la matriz de pagos. A partir de dicha matriz se procede a la aplicación del método, mediante la asignación de pesos a los

distintos criterios, obteniendo los resultados correspondientes para la toma de decisiones.

En el caso estudiado, la asignación de los pesos se ha realizado proporcionando igual importancia a cada uno de los distintos criterios de información. El tipo de criterio generalizado considerado es I, el cual considera cualquier diferencia entre los modelos significativa. Los resultados del preorden completo (en función de los flujos netos) se muestran en la tabla

Tabla 2. Resultados Pre-orden completo.

Modelos	Flujo Neto
Modelo 4	0.20
Modelo 3	0.07
Modelo 2	-0.10
Modelo 1	-0.43

Fuente. IEA. Elaboración propia.

A partir de la información de la tabla 2 se observa que el modelo 4 es el es más adecuado para representa la demanda de electricidad desde el punto de vista de su carácter explicativo y predictivo.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha desarrollado un análisis de la demanda de electricidad en Andalucía, a través del estudio de la influencia que ejercen tanto los precios como el nivel de actividad a lo largo del periodo 1984-2001. Las conclusiones que se extraen de este estudio son:

El factor que más influye en la demanda de electricidad de los hogares está determinado por el propio consumo de periodos anteriores. De esta forma, los consumidores no cambian sus hábitos de consumo eléctrico fácilmente por razones tecnológicas o socio-económicas.

El nivel de actividad y riqueza de la Comunidad es también es un componente decisivo en la demanda de energía, siendo en realidad esta variable la que determina el mayor o

menor consumo en comparación con los precios de las energías sustitutivas de la energía eléctrica. Asimismo, es importante reseñar el efecto de los precios en el sector residencial apreciándose el carácter sustitutivo del butano frente al gas natural, motivado, en nuestra opinión, al mayor proporción de población urbana respecto al total en Andalucía.

En este trabajo se ha propuesto resolver, a través de la técnica de decisión multicriterio Promethee, la dificultad de elegir un modelo, de entre varios que resultaban válidos estadísticamente.

Referencias Bibliográficas

Bartels, R. y Fiebig, D.G. (1996); “Metering and Modelling Residential End-Use Electricity Load Curves”, *Journal of Forecasting*, 15, 415-426.

Crow, T.G. y McFadden, (1994); “Microeconomic Modelling and Policy Analysis”, *Jonanivich Publishers*.

Labys, W.C. (1999); “Modelling Mineral and Energy Markets”, *Kluwer Academic Publishers*.

Platt, H.D. (1982); “Regional Load Curve Models: Long Run Forecasts and Sensivity Analysis of the DRI Model”, *EPRI*.